

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-016127

(43)Date of publication of application : 22.01.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

G11B 5/31

(21)Application number : 09-167331

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 24.06.1997

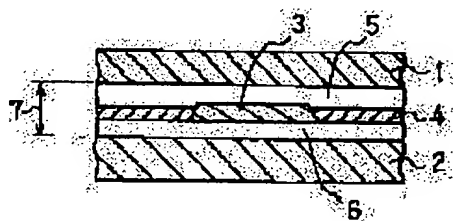
(72)Inventor : KOMATA YUJI  
MIKAMI HIROSUKE  
ASAI HIROKI  
KITAGAWA MASATOSHI

## (54) THIN-FILM MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC RECORDING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable high-density recording by consisting a nonmagnetic insulating layer of a magnetic gap of  $\geq 1$  selected from silicon nitride, silicon oxynitride, aluminum nitride, amorphous carbon and amorphous boron nitride.

**SOLUTION:** The nonmagnetic insulating layer 5, 6 of a magnetic head preferably have an isolation voltage of  $\geq 1.0$  v in order to prevent leak of sense current. The nonmagnetic insulating layers of  $\geq 25$  nm are formed by any of the respective materials, by which the withstand voltage of  $\geq 1.0$  V is assured. The lower limit of the preferable film thickness is varied in order to assure this withstand voltage. More specifically, the film thickness is preferably  $\geq 20$  nm in the case of the silicon nitride,  $\geq 25$  nm in the case of the silicon oxynitride,  $\geq 20$  nm in the case of the aluminum nitride,  $\geq 15$  nm in the case of the amorphous carbon and  $\geq 25$  nm in the case of the amorphous boron nitride. As a result, these nonmagnetic insulating layers may be adequately used for the MR reproducing head of the narrow gap for high-density magnetic recording.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The thin film magnetic head which the nonmagnetic insulating layer of a magnetic-gap layer becomes from at least one chosen from silicon nitride (SiN), acid silicon nitride (SiON), aluminium nitride (AlN), amorphous carbon (a-C), and amorphous boron nitride (a-BN).

[Claim 2] The thin film magnetic head according to claim 1 in which a nonmagnetic insulating layer has the isolation voltage beyond 1.0V about the direction of thickness, and has thickness 50nm or less.

[Claim 3] The thin film magnetic head according to claim 1 or 2 in which the nonmagnetic insulating layer was formed of the electron cyclotron resonance plasma-chemistry vacuum deposition (efficient consumer response plasma CVD method).

[Claim 4] The magnetic recording medium which makes a component the thin film magnetic head according to claim 1 to 3.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to magnetic recording media, such as the thin film magnetic heads, such as a magnetoresistance-effect type head (henceforth an "MR head"), magnetic hard disk drive equipment (henceforth "HDD"), etc. suitable for high-density record, in more detail about the magnetic recording medium possessing the thin film magnetic head and the thin film magnetic head.

[0002]

[Description of the Prior Art] Unlike the electromagnetic-induction type magnetic head, an MR head has the feature at the point that it is not dependent on the relative velocity between the magnetic head and a record medium, and may function also at a low speed, and is increasingly used for HDD for computers, such as a personal computer, etc.

[0003] The MR head has the basic structure where magnetic-reluctance \*\*\*\* 3 and the lead layer 4 were pinched by the nonmagnetic insulating layers 8 and 9, and these were further pinched by the magnetic-shielding layers 1 and 2, as shown in drawing 4 which is the cross section of a reproduction element portion to a write-in disk side. In the so-called MR head of such a shielded type method, thickness is set up so that the nonmagnetic insulating layers 8 and 9 may not be leaked to the magnetic-shielding layers 1 and 2 which the sense current which flows to magnetic-reluctance \*\*\*\* 3 and the lead layer 4 becomes from an alloy soft-magnetism film. Conventionally, the film which consists of silicon oxide (SiO<sub>2</sub>) formed by the RF-sputtering method (the RF sputtering method), an aluminum oxide (aluminum 2O<sub>3</sub>), etc. as nonmagnetic insulating layers 8 and 9 was used.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The demand of the formation of high-density record of the magnetic head (formation of single wavelength record) to the gap interval 10 between shields tends to turn narrowly gradually, and it is becoming impossible however, for the thickness of the nonmagnetic insulating layers 8 and 9 to also fully take it. When it was going to correspond to the demand of the further narrow-gap-izing of an MR head, the technical problem that sense current was revealed to a vertical shield layer occurred.

[0005] In view of this situation, even if this invention turns a magnetic-gap layer narrowly for the formation of high-density record, it aims at offering the magnetic recording medium whose high-density record-ization is still attained by providing such the magnetic head for the purpose of offering the magnetic head which can prevent disclosure of sense current.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the aforementioned purpose, the magnetic head of this invention is characterized by the bird clapper from at least one as which the nonmagnetic insulating layer of a magnetic-gap layer is chosen from silicon nitride (SiN), acid silicon nitride (SiON), aluminum nitride (AlN), amorphous carbon (a-C), and amorphous boron nitride (a-BN).

[0007] Even if it turns a magnetic-gap layer narrowly by considering as such composition, it can consider as the magnetic head which sense current cannot leak easily conventionally, and can

consider as the magnetic head recordable high-density.

[0008] In the aforementioned composition, it is desirable that isolation voltage corresponds more than 1.0V, and a nonmagnetic insulating layer has the thickness which is 50nm or less. here -- as isolation voltage -- counterelectrode area -- 0.04mm<sup>2</sup> it is -- the value of the voltage measured when a nonmagnetic insulating layer is pinched by the electrode of a couple, the pressure up of the voltage impressed to inter-electrode [ of the aforementioned couple ] is carried out from 0V and the current of 100microA begins to flow shall be adopted

[0009] although the minimum thickness required in order to hold the aforementioned isolation voltage is different with the material which constitutes a nonmagnetic insulating layer -- the above -- if thickness 25nm or more is secured even if it is which material, the aforementioned isolation voltage will become more than 1.0V

[0010] Moreover, in the aforementioned composition, it is desirable that a nonmagnetic insulating layer is formed of a electron cyclotron resonance plasma-chemistry vacuum deposition (efficient consumer response plasma CVD method).

[0011] By considering as such composition, the magnetic head which can suppress disclosure of sense current still more effectively can be offered. Since membranes can be formed according to the efficient consumer response plasma CVD method, being a low-temperature process and stopping the pressure of a controlled atmosphere low, the nonmagnetic membrane formed by this forming-membranes method becomes what was excellent in insulation as compared with the nonmagnetic membrane formed by the RF sputtering method currently conventionally used abundantly.

[0012] Moreover, high-density record-ization of the magnetic recording medium of this invention by narrow-izing the magnetic gap of the magnetic head is enabled by making the aforementioned thin film magnetic head into a component.

[0013]

[Embodiments of the Invention] The nonmagnetic insulating layers 5 and 6 which constitute the magnetic head of this invention shown in drawing 1 consist of at least one chosen from silicon nitride, acid silicon nitride, alumimium nitride, amorphous carbon, and amorphous boron nitride. For 1 and 2, as for magnetic-reluctance \*\*\*\* and 4, a magnetic-shielding layer and 3 are [ a lead layer and 7 ] magnetic-gap layers. In order to prevent disclosure of sense current, as for the nonmagnetic insulating layer of the magnetic head, it is desirable to have the isolation voltage beyond 1.0V. As mentioned above, although the isolation voltage beyond 1.0V may be secured even if it forms a nonmagnetic insulating layer 25nm or more by any of each aforementioned material, the minimum of thickness desirable in order to secure this isolation voltage is different with material. It is desirable that it is 20nm or more when it is alumimium nitride (AlN), and it is desirable that it is 15nm or more when it is amorphous carbon (C), and when it is amorphous boron nitride (BN), it is desirable [ it is desirable that it is specifically 20nm or more in the case of silicon nitride (SiN), and / it is desirable that it is 25nm or more when it is acid silicon nitride (SiON) and ] that it is 25nm or more.

[0014] Next, in this invention, the ECR plasma CVD system which can be used suitable for membrane formation of a nonmagnetic insulating layer is explained, referring to drawing 2 . In the equipment shown in drawing 2 , the plasma generated at the efficient consumer response plasma room 12 and the reactant gas supplied through the path 17 from the chemical cylinder 18 are led to the vacuum chamber 15 which is attracted through the vacuum suction path 16 and held at low voltage, and it is constituted so that membranes may be formed on the front face of a substrate 11.

[0015] while sending microwave (usually 2.45GHz) into the efficient consumer response plasma room 12 from the microwave power supply 14 and causing electric discharge -- electromagnetism -- a magnetic field is formed in the shaft orientations of a plasma room with a coil 13 The electron produced by electric discharge is accelerated rotating by the electric field turning around the surroundings of the shaft of line of magnetic force. If this rotational frequency and the frequency of microwave are made in agreement with the optimal flux density and resonated, the energy of microwave is efficiently absorbed by the electron, and plasma can be formed even if it is a high vacuum.

[0016] Specifically, if generating using efficient consumer response (Electron Cyclotron Resonance) of plasma compares with the case (usually about 10<sup>-2</sup>–1Pa pressure range) where it is possible also in the pressure of about one to 10<sup>-3</sup>Pa, and plasma is generated by bipolar electric discharge etc., it can generate plasma by the low pressure. Thus, since an insulating layer can be comparatively formed in low temperature, even if thickness is thin, it is [ be / under / low controlled-atmosphere / setting / it ] suitable according to the efficient consumer response plasma CVD method, as a method of forming the nonmagnetic insulating layer excellent in insulation.

[0017] Next, the raw material in the case of forming a nonmagnetic insulating layer by the efficient consumer response plasma CVD method is explained. It is SiH<sub>4</sub>, especially when forming silicon nitride (SiN), although not restricted. N<sub>2</sub> Using is desirable. It is SiH<sub>4</sub> when forming acid silicon nitride (SiON). It is desirable to use N<sub>2</sub> O. It is CH<sub>4</sub>, when it is desirable to use aluminum (CH<sub>3</sub>) when forming aluminum nitride (AlN) and it forms amorphous carbon (C). Using is desirable, and when forming amorphous boron nitride (BN), it is desirable to use B<sub>2</sub> H<sub>6</sub>.

[0018]

[Example] Membranes were formed so that it might become the thickness which showed either silicon nitride, acid silicon nitride, aluminum nitride, amorphous carbon and amorphous boron nitride in Table 1, respectively as a nonmagnetic insulating layer using the equipment shown in drawing 2 , and the same equipment. The controlled atmosphere at this time made efficient consumer response power the range of 50–500W, using the above-mentioned gas, and substrate temperature was made into 100–150 degrees C.

[0019] As shown in drawing 3 , the isolation voltage of 24 between two electrodes was measured as composition which pinches each [ these ] nonmagnetic insulating layer between the lower permalloy electrode layer 23 and the up permalloy electrode 22. As isolation voltage, the pressure up of the voltage between the permalloy electrode layers of the upper and lower sides which sandwich a nonmagnetic insulating layer is carried out from 0V, and voltage in case the current of 100microA begins to flow was adopted. In addition, the up permalloy electrode 22 at this time was set to 200micrometerx200micrometer (area : 0.04mm<sup>2</sup>), thickness is 200nm and the lower permalloy electrode 23 made area large enough as compared with the up electrode.

[0020] The obtained isolation voltage is shown in Table 1. moreover, good [ in that from which isolation voltage becomes more than 1.0V ] in Table 1 — improper in the thing below (O)1.0V — the result judged to be (X) is also shown collectively

[0021]

[Table 1]

絶縁膜材料	膜厚 (Å)	絶縁耐圧 (Vb)	可否
SiN	500	5.5 V	○
SiN	200	3.2 V	○
SiN	100	0.8 V	○
SiON	500	4.0 V	○
SiON	250	3.2 V	○
SiON	150	0.7 V	X
SiON	100	0.4 V	X
AlN	500	4.2 V	○
AlN	200	3.7 V	○
AlN	100	0.3 V	X
アモルファスカーボン	500	3.3 V	○
アモルファスカーボン	300	2.7 V	○
アモルファスカーボン	150	2.3 V	○
アモルファスカーボン	100	0.6 V	○
アモルファスBN	500	2.5 V	○
アモルファスBN	250	2.0 V	○
アモルファスBN	100	0.5 V	X

[0022]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the nonmagnetic insulating layer of a magnetic-gap layer can offer the magnetic head suitable for high-density record by supposing that it consists of at least one chosen from silicon nitride, acid silicon nitride, aluminium nitride, amorphous carbon, and amorphous boron nitride. this invention can be especially used suitably about MR reproducing head of the narrow gap for high-density magnetic recording. Moreover, by using such the magnetic head, high-density record is possible and a reliable magnetic recording medium can be offered.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-16127

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月22日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>G 1 1 B 5/39  
5/31

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39  
5/31

E

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-167331

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月24日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 小俣 雄二

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 三上 寛祐

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 浅井 弘紀

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 池内 寛幸 (外1名)

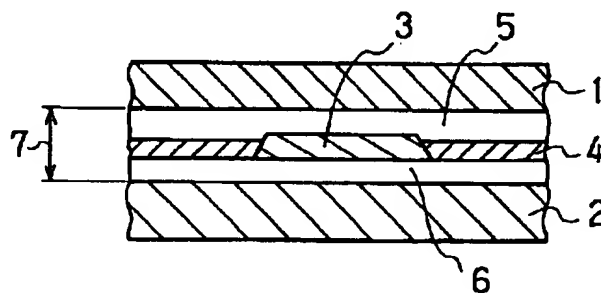
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよび磁気記録装置

(57) 【要約】

【課題】 膜厚が小さくてもセンス電流が漏洩しにくい薄膜を磁気ヘッドにおける磁気ギャップ層内の非磁性絶縁膜とすることにより、高密度記録が可能な磁気ヘッドおよび磁気記録装置を提供する。

【解決手段】 薄膜磁気ヘッドの非磁性絶縁膜 (5, 6) を E C R プラズマ C V D 法により成膜した窒化ケイ素、酸窒化ケイ素、窒化アルミニウム、アモルファスカーボンおよびアモルファス窒化ホウ素から選ばれる少なくとも一つの材料で構成する。1, 2 は磁気シールド層、3 は磁気抵抗膜部、4 はリード層部、7 は磁気ギャップ層である。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気ギャップ層の非磁性絶縁層が、窒化ケイ素（SiN）、酸化窒化ケイ素（SiON）、窒化アルミニウム（AlN）、アモルファスカーボン（a-C）およびアモルファス窒化ホウ素（a-BN）から選ばれる少なくとも一つからなる薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 非磁性絶縁層が、膜厚方向について1.0 V以上の絶縁耐圧を有し、かつ50 nm以下の膜厚を有する請求項1に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 非磁性絶縁層が電子サイクロトロン共鳴プラズマ化学蒸着法（ECRプラズマCVD法）により形成された請求項1または2に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドを構成要素とする磁気記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜磁気ヘッドおよび薄膜磁気ヘッドを具備する磁気記録装置に関するものであり、さらに詳しくは、高密度記録に適した磁気抵抗効果型ヘッド（以下、「MRヘッド」という。）などの薄膜磁気ヘッドおよび磁気ハードディスクドライブ装置（以下、「HDD」という。）などの磁気記録装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】MRヘッドは、電磁誘導型の磁気ヘッドとは異なり、磁気ヘッドと記録媒体との間の相対速度に依存せず低速でも機能し得る点に特徴を有し、パソコンなどコンピュータ用HDDなどに使用されるようになってきている。

【0003】MRヘッドは、書き込みディスク面に対する再生素子部分の断面図である図4に示されるように、磁気抵抗膜部3およびリード層部4が非磁性絶縁層8、9に挟持され、さらにこれらが磁気シールド層1、2に挟持された基本構造を有している。このようないわゆるシールド型方式のMRヘッドにおいては、非磁性絶縁層8、9は、磁気抵抗膜部3およびリード層部4に流れるセンス電流が合金軟磁性膜からなる磁気シールド層1、2にリークしないように膜厚が設定されている。従来、非磁性絶縁層8、9としては、高周波スパッタリング法（RFスパッタリング法）により形成された酸化ケイ素（SiO<sub>2</sub>）、酸化アルミニウム（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）などからなる膜が用いられていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、磁気ヘッドの高密度記録化（単波長記録化）の要求からシールド間ギャップ間隔10は次第に狭小化される傾向にあり、非磁性絶縁層8、9の膜厚も十分にはとれなくなっている。MRヘッドのさらなる狭ギャップ化の要求に対応しようとすると、センス電流が上下シールド層部に漏洩するという課題があった。

【0005】本発明は、かかる事情に鑑み、高密度記録化のために磁気ギャップ層を狭小化してもセンス電流の漏洩を防止し得る磁気ヘッドを提供することを目的とし、このような磁気ヘッドを具備することによりさらに高密度記録化が可能となる磁気記録装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明の磁気ヘッドは、磁気ギャップ層の非磁性絶縁層が、窒化ケイ素（SiN）、酸化窒化ケイ素（SiON）、窒化アルミニウム（AlN）、アモルファスカーボン（a-C）およびアモルファス窒化ホウ素（a-BN）から選ばれる少なくとも一つからなることを特徴とする。

【0007】このような構成とすることにより、磁気ギャップ層を狭小化しても、従来よりもセンス電流がリークしにくい磁気ヘッドとすることができ、高密度記録が可能な磁気ヘッドとすることができる。

【0008】前記構成においては、非磁性絶縁層が、絶縁耐圧が1.0 V以上に相当し、かつ50 nm以下である膜厚を有することが好ましい。ここで、絶縁耐圧としては、対向電極面積が0.04 mm<sup>2</sup>である一対の電極により非磁性絶縁層を挟持し、前記一対の電極間に印加する電圧を0 Vから昇圧して100  $\mu$ Aの電流が流れ始めるときに測定される電圧の値を採用するものとする。

【0009】非磁性絶縁層を構成する材料により、前記絶縁耐圧を保持するために必要な最低膜厚は相違するが、前記いずれの材料であっても25 nm以上の膜厚が確保されれば前記絶縁耐圧は1.0 V以上となる。

【0010】また、前記構成においては、非磁性絶縁層が電子サイクロトロン共鳴プラズマ化学蒸着法（ECRプラズマCVD法）により形成されたものであることが好ましい。

【0011】このような構成とすることにより、センス電流の漏洩をさらに効果的に抑制することができる磁気ヘッドを提供することができる。ECRプラズマCVD法によれば、低温プロセスで、かつ雰囲気ガスの圧力を低く抑えながら成膜することができるので、この成膜法により形成された非磁性膜は、例えば、従来多用されていたRFスパッタリング法により形成された非磁性膜と比較すると、絶縁性に優れたものとなる。

【0012】また、本発明の磁気記録装置は、前記薄膜磁気ヘッドを構成要素とするものであって、磁気ヘッドの磁気ギャップを狭小化することによる高密度記録化が可能とされているものである。

## 【0013】

【発明の実施の形態】図1に示す本発明の磁気ヘッドを構成する非磁性絶縁層5、6は、窒化ケイ素、酸化窒化ケイ素、窒化アルミニウム、アモルファスカーボンおよびアモルファス窒化ホウ素から選ばれる少なくとも一つからなる。1、2は磁気シールド層、3は磁気抵抗膜部、

4はリード層部、7は磁気ギャップ層である。センス電流の漏洩を防止するためには、磁気ヘッドの非磁性絶縁層は、1.0V以上の絶縁耐圧を有することが好ましい。前述のように、前記各材料のいずれにより25nm以上の非磁性絶縁層を形成しても、1.0V以上の絶縁耐圧は確保され得るが、この絶縁耐圧を確保するために好ましい膜厚の下限は、材料により相違する。具体的には、窒化ケイ素(SiN)の場合は、20nm以上であることが好ましく、酸窒化ケイ素(SiON)の場合は25nm以上であることが好ましく、窒化アルミニウム(AlN)の場合は、20nm以上であることが好ましく、アモルファスカーボン(C)の場合は15nm以上であることが好ましく、アモルファス窒化ホウ素(BN)の場合は25nm以上であることが好ましい。

【0014】次に、本発明において、非磁性絶縁層の成膜に好適に用いることができるECRプラズマCVD装置について、図2を参照しながら説明する。図2に示した装置においては、ECRプラズマ室12において発生したプラズマと、ガスボンベ18から経路17を経て供給された反応性ガスとが、真空吸引経路16を通じて吸引され低圧に保持されている真空室15に導かれ、基板11の表面に成膜するように構成されている。

【0015】ECRプラズマ室12には、マイクロ波電源14からマイクロ波(通常2.45GHz)を送り込んで放電を起こすとともに、電磁コイル13によりプラズマ室の軸方向に磁場が形成される。放電により生じた電子は、磁力線の軸の回りを回転する電界により回転しながら加速される。この回転周波数とマイクロ波の周波数を最適磁束密度により一致させて共振させると、マイクロ波のエネルギーが効率よく電子に吸収され、高真空であってもプラズマを形成することができる。

【0016】具体的には、ECR(Electron Cyclotron Resonance)を利用したプラズマの発生は、 $1 \sim 10^{-3}$ Pa程度の圧力においても可能であって、二極放電によりプラズマを発生させる場合(通常、 $10^2 \sim 1$ Pa程度の圧力範囲)などと比較すると低い圧力でプラズマを発生させることができる。このように、ECRプラズマCVD法によれば、低い雰囲気ガス中において、また、比較的低温において絶

縁層を成膜することができるので、膜厚が薄くても絶縁性に優れた非磁性絶縁層の成膜法として好適である。

【0017】次にECRプラズマCVD法により非磁性絶縁層を形成する場合の原料について説明する。特に制限されるものではないが、窒化ケイ素(SiN)を形成する場合はSiH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>を用いることが好ましく、酸窒化ケイ素(SiON)を形成する場合はSiH<sub>4</sub>とN<sub>2</sub>Oを用いることが好ましく、窒化アルミニウム(AlN)を形成する場合はAl(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>を用いることが好ましく、アモルファスカーボン(C)を形成する場合はCH<sub>4</sub>を用いることが好ましく、アモルファス窒化ホウ素(BN)を形成する場合はB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>を用いることが好ましい。

【0018】

【実施例】図2に示した装置と同様の装置を用いて、非磁性絶縁層として、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素、窒化アルミニウム、アモルファスカーボンおよびアモルファス窒化ホウ素のいずれかをそれぞれ表1に示した厚さになるように成膜した。このときの雰囲気ガスは、前述のガスを用い、また、ECRパワーは50～500Wの範囲とし、基板温度は100～150℃とした。

【0019】図3に示したように、これら各非磁性絶縁層を、下部パーマロイ電極層23と上部パーマロイ電極22との間に挟持する構成として、両電極間24の絶縁耐圧を測定した。絶縁耐圧としては、非磁性絶縁層を挟む上下のパーマロイ電極層の間の電圧を0Vから昇圧していき、100μAの電流が流れ始めるときの電圧を採用した。なお、このときの上部パーマロイ電極22は、200μm×200μm(面積:0.04mm<sup>2</sup>)とし、下部パーマロイ電極23は、膜厚が200nmであって面積は上部電極と比較して十分に大きいものとした。

【0020】得られた絶縁耐圧を表1に示す。また、表1には、絶縁耐圧が1.0V以上となるものを可(O)、1.0V未満のものを不可(X)と判断した結果も併せて示す。

【0021】

【表1】

ECRプラズマCVD法による各種非磁性絶縁層膜の絶縁耐圧性

絶縁膜材料	膜厚 (Å)	絶縁耐圧 (Vb)	可否
SiN	500	5.5 V	○
SiN	200	3.2 V	○
SiN	100	0.8 V	○
SiON	500	4.0 V	○
SiON	250	3.2 V	○
SiON	150	0.7 V	X
SiON	100	0.4 V	X
AlN	500	4.2 V	○
AlN	200	3.7 V	○
AlN	100	0.3 V	X
アモルファスカーボン	500	3.3 V	○
アモルファスカーボン	300	2.7 V	○
アモルファスカーボン	150	2.3 V	○
アモルファスカーボン	100	0.6 V	○
アモルファスBN	500	2.5 V	○
アモルファスBN	250	2.0 V	○
アモルファスBN	100	0.5 V	X

## 【0022】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、磁気ギャップ層の非磁性絶縁層が、窒化ケイ素、酸化ケイ素、窒化アルミニウム、アモルファスカーボンおよびアモルファス窒化ホウ素から選ばれる少なくとも一つからなることとすることにより、高密度記録に適した磁気ヘッドを提供することができる。本発明は、高密度磁気記録用の狭ギャップのMR再生ヘッドについて特に好適に用いることができる。また、このような磁気ヘッドを用いることにより、高密度記録が可能であり、信頼性の高い磁気記録装置を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施態様である薄膜MRヘッドの書き込みディスク面に対向する再生素子部分の拡大断面図である。

【図2】 ECRプラズマCVD法の装置の構成を示す図である。

【図3】 ECRプラズマCVD法により成膜した非磁性絶縁層膜の絶縁特性の測定方法を示した斜視図である。

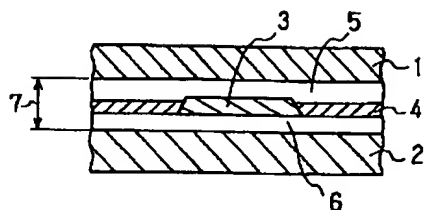
【図4】 従来の薄膜MRヘッドの書き込みディスク

面に対向する再生素子部分の拡大断面図である。

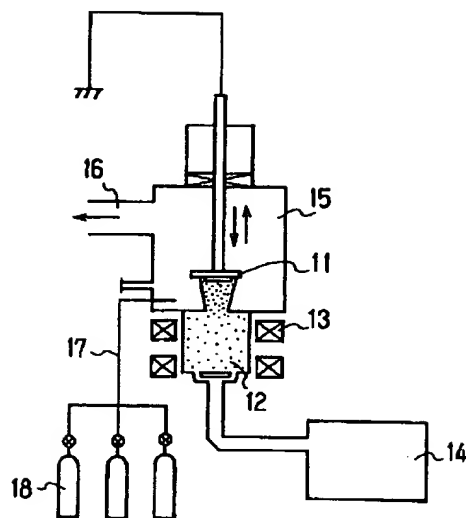
## 【符号の説明】

- 1、2 磁気シールド層
- 3 磁気抵抗膜部
- 4 リード層部
- 5、6 非磁性絶縁層
- 7 磁気ギャップ層
- 8、9 従来の非磁性絶縁層
- 10 従来の磁気ギャップ層
- 11 基板
- 12 ECRプラズマ室
- 13 電磁コイル
- 14 マイクロ波電源
- 15 真空室
- 16 真空吸引経路
- 17 反応性ガス導入経路
- 18 ガスボンベ
- 21 非磁性絶縁層
- 22 上部パーマロイ合金層
- 23 下部パーマロイ合金層
- 24 電圧測定区間

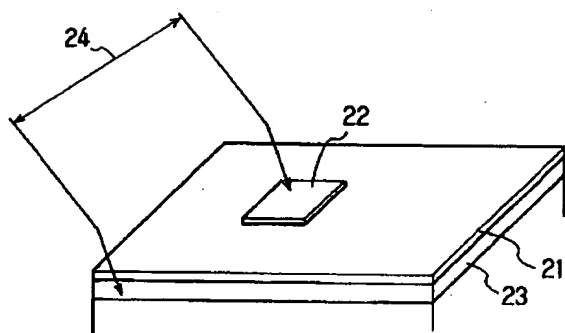
【図1】



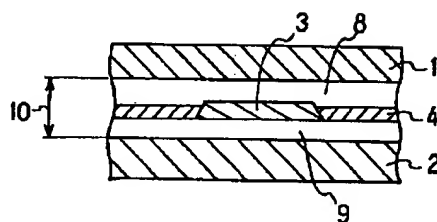
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72) 発明者 北川 雅俊  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内